

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫБОРА СОСТАВА РАБОТАЮЩЕГО ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТНОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ

В настоящее время в энергетике нашей страны происходит процесс перехода от ценообразования стоимости электроэнергии на основе утвержденных тарифов к конкурентному ценообразованию, одним из шагов в данном направлении явился запуск с 1 ноября 2003 конкурентного сектора «5-15%» оптового рынка электроэнергии. Пока объёмы продаваемой на этом рынке электроэнергии небольшие, и они не оказывают существенного влияния на существующий процесс выбора состава работающего оборудования.

Выбор оборудования в настоящее время – это задача диспетчеров энергообъединений, она не алгоритмизирована и основывается лишь на их опыте. Так как выбор того или иного генерирующего оборудования для удовлетворения требований нагрузки является очень важной задачей, требующей анализа огромного числа информации и полной беспристрастности её решения, нельзя не отметить то, что в условиях конкурентного рынка электроэнергии и мощности прибыль генерирующих компаний будет значительно зависеть от того, какая часть их генерирующего оборудования находится в работе.

В дальнейшем в энергетике нашей страны планируется расширение сектора свободной торговли, что приведет к необходимости учитывать ценовые заявки участников рынка при выборе состава оборудования. Для этого требуется создание специального программного комплекса, решающего задачу выбора состава оборудования с условием получения максимальной прибыли продавцами электроэнергии и наименьшей стоимости её для покупателей, при условии соблюдения ограничений генерирующих блоков и передающей сети. Эта задача оптимизации является очень сложной как с точки зрения энергетики, так и математики.

Описание процесса формирования установившихся режимов

Формирование и вся работа с установившимися режимами электрической сети производится с помощью программного комплекса «Растр», имеющего все необходимые средства для решения задачи.

Для решения задачи режимы формируются на основе трех базовых режимов: минимального, среднего, максимального, соответствующих одноименным режимам энергосистемы, а также текущего режима, используемого как исходный для создания всех последующих. Получаются нагрузочные характеристики районов и по ним формируются дальнейшие режимы.

В результате работы этого блока получаются коэффициенты влияния всех узлов схемы на контролируемые сечения и заготовки режимов для результатов оптимизации состава оборудования.

## Формирование задачи оптимизации

Задача оптимизации формируется на основе ранее рассчитанных данных по сетевым ограничениям и заявленным параметрам генерирующих блоков.

Целевая функция задачи оптимизации учитывает затраты генерирующих блоков на несение постоянной нагрузки и на их старт из отключенного состояния.

Ограничения целевой функции:

Рассматриваемые ограничения блоков:

- По минимальной (максимальной) нагрузке блоков.
- Скорость набора (сброса мощности блоком).
- Минимальное время блока во включенном (отключенном состоянии).
- Мощность блока после старта (перед отключением).
- Ограничение по балансу мощности в энергосистеме.
- Требования по существованию горячего резерва в системе.
- Специальные ограничения, отражающие целочисленность некоторых переменных, отражающих логику состояния агрегатов.

Сетевые ограничения:

- На максимальный (минимальный) переток по контролируемому сечению на основе коэффициентов влияния узлов схемы.

Таким образом, в задаче, наряду с простыми, имеют место и интегральные ограничения.

Использование стандартного математического пакета оптимизации позволяет увеличивать число учитываемых ограничений без существенных переделок в программе.

Решение задачи оптимизации и получение новых установившихся режимов

Поиск решения задачи оптимизации производится с помощью узко специализированного программного обеспечения [1-3], способного дать гарантированный результат за приемлемое время расчета.

В результате работы «солвера» для каждого генератора, участвующего в выборе состава оборудования, определяются интервалы его работы и его нагрузка на этих интервалах.

Производится проверка полученного режима с новым составом оборудования по существованию режима и контролируемым сечениям.

Результаты иллюстрационного расчета

Исходные данные

Схема и параметры планируемого режима получены из файла суточного планирования программы “Actopus”. Расчеты производились на схеме ОЭС Урала, имеющей 827 узлов, 33 контролируемых сечения. В выборе состава оборудования принимал участие 51 блок, расчет производился для 5 интервалов планирования.

## Результаты

Время расчета вышеописанной задачи оптимизации, заняло 50 с на компьютере Р4/2400/256. Основное время было потрачено на формирование и расчет установившихся режимов.

## Выводы

Полученные результаты указывают на возможность создания программного обеспечения, осуществляющего выбор состава работающего генерирующего оборудования в условиях конкурентного рынка электроэнергии и мощности в масштабах ОДУ-Урала.

Применение готовых программ решения оптимизационных задач показало свою эффективность. Это дает возможность концентрироваться лишь на подробностях описания технологического процесса, абстрагируясь от процесса решения сложных математических задач.

Для обкатки предложенного алгоритма выбора состава оборудования имеется возможность его использования для планирования режима с уже заданным составом оборудования.

- 
1. Arroyo J. M., Conejo A. J. Multiperiod Auction for a Pool-Based Electricity Market // IEEE Transactions on power systems, 2002, Vol. 17, № 4.
  2. Документация к программе «Растр», «Актопус»  
<http://www.oduurl.ru/actualise/>
  3. Документация к солверу «CPLEX» [http://www.rpi.edu/dept/math/math-programming/cplex66/sun4x\\_56/doc/refman/onlinedoc/](http://www.rpi.edu/dept/math/math-programming/cplex66/sun4x_56/doc/refman/onlinedoc/)